

ФІЗИКО-ХІМІЧНА МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ

Міжнародний науково-технічний журнал
Заснований у січні 1965 року
Виходить 6 разів у рік

ТОМ 44, № 5, 2008

вересень – жовтень

ЗМІСТ

Національна академія наук України (до 90-річчя заснування).....	7
<i>Похмурський В. І.</i> Розвиток наукових досліджень в галузі корозії та захисту матеріалів в Україні	19
<i>Цирульник О. Т., Слободян З. В., Звірко О. І., Греділь М. І., Никифорчин Г. М., Габетта Д.</i> Вплив експлуатації сталі X52 на корозійні процеси у модельному розчині газового конденсату	29
<i>Цісар В. П.</i> Окиснення феритних сталей, дисперсно зміцнених оксидами TiO_2 і Y_2O_3 , у розплаві свинцю	38
<i>Зінь І. М., Лайон С. Б., Білий Л. М., Тимусь М. Б.</i> Особливості інгібування корозії алюмінієвого сплаву безхроматною сумішшю пігментів	45
<i>Широков В. В., Василів Х. Б.</i> Корозійно-механічна поведінка деяких сталей та ніобію за реверсивного тертя в електролітах різної кислотності	53
<i>Радкевич О. І., Юркевич Р. М., Горобець Ю. Г., Чумало Г. В., Василенко І. І.</i> Опірність сірководневого корозійному розтріскуванню феритно-аустенітної сталі 06X20H8M3Д2Л	59
<i>Яськів О. І.</i> Поверхнєве зміцнення титану неконтактним термодифузійним карбонітруванням	63
<i>Алієв Т. А.</i> Вплив солей алкілфенолсульфокислоти (АФСК) на корозію сталі Ст3 у системі НСІ–керосин	69
<i>Осташ О. П., Андрейко І. М., Головатюк Ю. В., Семенець О. І.</i> Вплив корозивного середовища на втомну довговічність деградованих алюмінієвих сплавів типу Д16 і В95	75
<i>Стацук М. Г., Дмитрах І. М., Дорош М. І., Лецак Р. Л.</i> Оцінка зміщення електродного потенціалу металу за чистого згину балкового зразка в середовищі	85
<i>Студент М., Дзьоба Ю., Гвоздецький В., Похмурська Г., Вілаге В., Грунд Т.</i> Високотемпературна корозія електродугових покривів з порошкових дротів на базі системи Fe–Cr–B–Al	93
<i>Локощенко О. М., Ільїн О. А., Мамонов А. М., Назаров В. В.</i> Аналіз повзучості і тривалої міцності титанового сплаву ВТ6 зі заздалегідь упровадженим воднем	98
<i>Гольцов В. О., Додонова О. В., Рибалка С. Б., Волков О. Ф.</i> Ініційовані воднем дифузійні фазові перетворення у магнетотвердих сплавах $Nd_2Fe_{14}B$ та Sm_2Fe_{17}	105
<i>Червінська Н. Р.</i> Електрохімічні характеристики електродугових алюмінієвих покривів на магнієвому сплаві AZ31	112
НАУКА – ВИРОБНИЦТВО	
<i>Маруха В. І., Середницький Я. А.</i> Особливості ін'єкційного зміцнення поліуретанами бетонних конструкцій і споруд із тріщинами	115
КОРОТКІ ПОВІДОМЛЕННЯ	
<i>Маннапова О. В., Соколов О. Д., Олік А. П., Твердохліб В. І.</i> Вплив покриття електрофізичними методами на зносотривкість торців поршневих кілець	120
<i>Вектеріс В., Мокшін В.</i> Трібологічні дослідження індустріальної оливи з додатками рідких кристалів	123
<i>Мусій Р. С.</i> Формулювання крайових задач термомеханіки електропровідних тіл канонічної форми	126
У НАУКОВИХ КОЛАХ	
<i>Червінська Н. Р.</i> Проблеми корозії та протикорозійного захисту матеріалів “КОРОЗІЯ – 2008”	128
ЮВІЛЕЇ	
<i>Василь Похмурський</i> (до 75-річчя від дня народження)	131

PHYSICO-CHEMICAL MECHANICS OF MATERIALS

International Scientific-Technical Journal

Founded in January 1965

Published bimonthly

VOLUME 44, № 5, 2008

September – October

CONTENTS

National Academy of Sciences of Ukraine (to the 90 th anniversary of foundation)	7
<i>Pokhmurskii V. I.</i> Development of scientific researches on problems of corrosion and corrosion protection of materials in Ukraine	19
<i>Tsyurulnyk O. T., Slobodian Z. V., Zvirko O. I., Hredil M. I., Nykyforchyn H. M., and Gabetta D.</i> The influence of X52 steel exploitation on corrosion processes in model solution of gas condensate	29

РЕЗЮМЕ. Исследованы коррозионные и электрохимические свойства стали X52 в исходном состоянии и после 30-летней эксплуатации на магистральных газопроводах. Обнаружено, что поведение стали в модельной среде водного конденсата активизируется вследствие высокой концентрации депассиваторов-хлоридов. Скорость коррозии контролируется диффузией катодных деполаризаторов, в основном, гидрокарбонат-ионов. В статичной среде водного конденсата не обнаружено влияния длительной эксплуатации стали X52 на ее коррозионную стойкость вследствие экранирующего действия слоя продуктов коррозии. Скорость коррозии стали эксплуатируемых труб заметно выше, нежели исходной в динамической среде, но механизм коррозии одинаковый. Снижение сопротивления коррозии эксплуатируемых сталей обусловлено активированием реакции их анодного растворения. Рекомендовано для оценки влияния эксплуатационной деградации стали на ее противокоррозионные свойства проводить коррозионные исследования при активном перемешивании рабочей среды.

SUMMARY. Corrosion and electrochemical properties of X52 steel in the as-received state and after a 30-year operation on main gas pipelines have been investigated. It has been found that the steel in model medium of hydrogen condensate is characterized by a more active behaviour due to high concentration of depassivators-chlorides. Corrosion rate of steels is controlled by the diffusion of cathode depolarizers, mainly, by hydrocarbonate-ions. In the static hydrogen condensate medium no influence of X52 steel durable operation on its corrosion resistance has been noticed because of the screen effect of the corrosion layer product. Corrosion rate of the exploited pipes steel is much lower than of the as-received steel in the dynamic environment, though the corrosion mechanism is similar. The decrease of corrosion resistance of the exploited steels is caused by a more active reaction of their anode dissolution. It is proposed to carry out corrosion testing under active mixing of the service environment for evaluation of the influence of service degradation of steel on its anticorrosion properties.

<i>Tsisar V. P.</i> Oxidation of Fe–13Cr–2Mo steels dispersion hardened with TiO ₂ and Y ₂ O ₃ oxides in lead melt	38
--	----

РЕЗЮМЕ. Исследована структура и состав окалин, образующихся при контакте сталей ферритного класса типа Fe–13Cr–2Mo, упрочненных оксидами TiO₂ и Y₂O₃, с расплавом свинца, насыщенным кислородом (10⁻³ mass.% O) при 550°C в течение 1000 h. Установлено, что на поверхности сталей возникает двухслойная окалина Fe₃O₄–Fe(Fe_{1-x}, Cr_x)₂O₄, верхний слой которой (Fe₃O₄) растет к расплаву, а внутренний (Fe(Fe_{1-x}, Cr_x)₂O₄) – к матрице. Оксидные частицы способствуют нарастанию пористости во внутреннем подслое окалины.

SUMMARY. Structure and composition of scales formed during contact of ferritic Fe–13Cr–2Mo steels dispersion strengthened by TiO₂ and Y₂O₃ oxides with lead melt saturated with oxygen (10⁻³ mass.% O) at 550°C for 1000 h were investigated. It was determined that the double-layer Fe₃O₄–Fe(Fe_{1-x}, Cr_x)₂O₄ scale was formed on the steel surfaces. The outer oxide sub-layer (Fe₃O₄) grew towards the melt with regard to the initial “solid metal–liquid lead” interface, while the inner sub-layer (Fe(Fe_{1-x}, Cr_x)₂O₄) grew towards the matrix. Oxide particles promote increase of porosity in the scale inner sub-layer.

<i>Zin I. M., Lyon S. B., Bilyi L. M., and Tymus' M. B.</i> Peculiarities of inhibition of corrosion of aluminium alloy with chromate-free pigment mixture	45
---	----

РЕЗЮМЕ. Комбинацией цинкофосфата/молибдата и кальцийсодержащего ионнообменного пигмента можно эффективно ингибировать локальную коррозию алюминий-медного сплава в слабокислой среде. При этом сопротивление переносу заряда металла под влиянием экстракта этой смеси нехроматных пигментов находится на том же уровне, что и в среде с экстрактом хромата стронция. С помощью методов поверхностного анализа установлено, что этот защитный эффект обусловлен осаждением защитной пленки на алюминиевой матрице (аноде) и интерметаллидной фазе (катоде). При потенциале коррозии на образце сплава в среде, ингибированной нехроматной смесью, формируется защитная пленка, которая состоит из смеси фосфатов цинка и кальция с примесью гидроксида цинка. Преимущественно фосфат цинка и гидроксид цинка с примесью фосфата кальция осаждаются на катодно поляризованной поверхности сплава. При анодных потенциалах пленка состоит с фосфатов цинка и алюминия.

SUMMARY. Combination of zinc phosphate/molybdate and calcium containing ion exchange pigment inhibits effectively the local corrosion of an aluminium-copper alloy in slightly acidic environment. Charge transfer resistance of the metal due to the influence of the mixture extract is on the same level as for the strontium chromate extract. It was established using surface analysis methods, that this protective effect is caused by deposition of the surface film on aluminium matrix (anode) and intermetallic phase (cathode). At open circuit potential protective film containing a mixture of zinc and calcium phosphates with addition of zinc hydroxide is formed on the alloy specimen. Mainly zinc phosphate and zinc hydroxide with admixture of calcium phosphate is deposited on cathode polarized alloy surface. At anodic potentials the film contains zinc and aluminium phosphates.

Shyrokov V. V. and Vasylyv Kh. B. Corrosion-mechanical behaviour of some steels and niobium under reverse friction in electrolytes of different acidity.....53

РЕЗЮМЕ. При трении механические, термические и электромагнитные поля активизируют поверхность контакта и стимулируют адсорбционные, химические и электрохимические процессы, которые либо интенсифицируют разрушение поверхностей трения, либо способствуют образованию защитных структур, снижающих износ. Исследованы особенности электродных процессов при трении стали 45 и сплава ВН-10 в электролитах (рН 1,1; 5,7; 11). Установлено, что при трении электродный потенциал поверхности резко сдвигается в область положительных либо отрицательных значений. Увеличение потенциала наблюдается при трении стали 45 в растворах с рН 1,1 и рН 5,7, где материал растворяется. При трении стали 45 в щелочной среде и сплава ВН-10 независимо от рН раствора электродный потенциал уменьшается. Изменение электродного потенциала может свидетельствовать о самоорганизации поверхностных слоев, их пассивации, что способствует снижению износа.

SUMMARY. Under friction the mechanical, temperature, and electromagnetic fields make the friction contact surface of metals more active and stimulate adsorption, chemical and electrochemical processes which either intensify fracture of friction surfaces or promote the formation of the protective wear-reducing structures. The peculiarities of electrode processes under friction of 45 steel and Nb-Ti alloy in electrolytes with different acidity (pH 1.1; 5.7; 11) have been presented. It has been found that under friction the electrode potential is sharply displaced to anodic or cathode region. The electrode potential of 45 steel increases in solutions with pH 1.1 and pH 5.7, where metals dissolve. In alkaline solution with the beginning of friction the electrode potential of 45 steel and ВН-10 alloy irrespective of its pH decreases. The change in the electrode potential testifies to self-organizing of surface layers and their passivation that results in wear decrease.

Radkevych O. I., Yurkevych R. M., Horobets Yu. H., Chumalo H. V., and Vasylenko I.
I. Sulfide stress corrosion cracking resistance of 06X20H8M3Д2Л ferritic-austenitic steel59

РЕЗЮМЕ. Получено четыре опытно-промышленные плавки литой ферритно-аустенитной стали 06X20H8M3Д2Л. Определена их склонность к сероводородному коррозионному растрескиванию под напряжением (СКРН) и изучено влияние легирующих элементов (Cr, Al, Ti) на стойкость этой стали к СКРН. Показано, что наивысшая сопротивляемость СКРН литой стали достигается её легированием 20,5...20,7% хрома; 0,015...0,042% алюминия и ≤0,06% титана.

SUMMARY. Four experimental-industrial melts of 06X20H8M3Д2Л cast austenitic-ferritic steel were obtained. Their tendency to hydrogen-sulphide stress corrosion cracking (SSCC) was determined and the influence of alloying components (Cr, Al, Ti) on SSCC resistance was studied. It was shown that the highest SSCC resistance of 06X20H8M3Д2Л cast steel is attained by alloying with chromium – 20.5...20.7%; aluminum – 0.015...0.042%; titanium ≤0.06%.

Yaskiv O. I. Surface hardening of titanium by non-contact thermodiffusion nitrocarburizing.....63

РЕЗЮМЕ. Исследовано влияние параметров карбонитрирования неконтактным способом на свойства покрытий и поверхностных слоев. Показано, что таким способом можно снизить температуру насыщения до 800...850°C. Температурно-временные и газодинамические

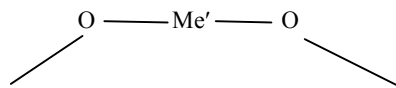
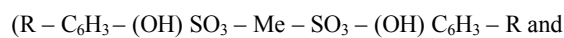
параметры процесса обуславливают фазово-структурные особенности поверхностных слоев. Регулируя технологические параметры процесса насыщения, можно целенаправленно влиять на свойства покрытий.

SUMMARY. The effect of parameters of nitrocarburizing by a noncontact method on the layers properties have been investigated. It was shown that using the noncontact method it is possible to lower the process temperature to 800...850°C. Temperature-time and gas-dynamic parameters of the process determine the phase and structural peculiarities of the surface layers. Properties of the layers could be regulated by the process parameters change.

Aliyev T. A. The effect of salts of alkylphenolsulphonic acid (APSA) on the Cr3 steel corrosion in the HCl–kerosene system 69

РЕЗЮМЕ. Досліджено вплив солей алкилфенолсульфокислоти (АФСК) на корозію сталі Ст3 у системі 0,1 N HCl–керосин. Всі солі, починаючи з концентрації 25 mg/l, проявляють інгібувальні властивості, а в деяких випадках повністю гальмують корозію. Встановлено, що з підвищенням температури захисний ефект посилюється. Показано, що в діапазоні концентрацій інгібітора 25...200 mg/l енергія активації корозії зростає в 5–6 разів. Отже, досліджувані сполуки гальмують корозію сталі Ст3 внаслідок хімічної адсорбції.

SUMMARY. The effect of the salts of alkylphenylsulfonic acid (APSA) (suitable for



common formula) on Cr3 steel corrosion in the 0.1 N HCl solution–kerosene system is investigated. All salts demonstrate inhibiting characteristics beginning from the concentration of 25 mg/l, in some cases they practically stop the corrosion process. It has been established that the protective effect increases with the increase of temperature (90°C). It has been shown that in the inhibitors concentration range of 25...200 mg/l the corrosion activation energy increases 5–6 times. The obtained results allow us to say that the investigated combinations retard the Cr3 steel corrosion due to chemical absorption.

Ostash O. P., Andreiko I. M., Holovatiuk Yu. V., and Semenets O. I. The influence of corrosive environment on fatigue durability of degraded Д16 and В95 aluminium alloys 75

РЕЗЮМЕ. Приведены результаты статических и усталостных испытаний на воздухе и в коррозионной среде (3,5%-й NaCl) алюминиевых сплавов типа Д16 и В95 в состоянии поставки, после модельной и эксплуатационной деградации. Установлены механические и электрохимические характеристики, наиболее чувствительные к деградации этих сплавов в процессе длительной эксплуатации. Показано, что усталостная долговечность образцов деградированных сплавов может понижаться по сравнению с исходным состоянием для сплава Д16чТ (Д16Т) в 1,2–1,4 раза на воздухе и в 1,5–2 раза в коррозионной среде; для сплава В95пчТ1 (В95Т1) – в 1,8–2,2 и в 2,2–2,6 раза соответственно. Сделан вывод, что сопротивление разрушению пассивирующих пленок на свежесформированных поверхностях под влиянием локальной деформации и водорода определяет сопротивление коррозионно-усталостному разрушению алюминиевых сплавов типа Д16 и В95 больше, чем кинетика образования этих пленок.

SUMMARY. Results of static and fatigue tests in air and in 3.5% NaCl solution for as-received Д16 (2023-T3) and В95 (7075-T6) aluminium alloys and after model and in-service degradations are presented. The mechanical and electrochemical characteristics, the most sensitive to the long-term material degradation, are determined. It is shown that specimen fatigue durability of degraded alloys can decrease, with regard to as-received alloys, 1.2–1.4 times in air and 1.5–2.0 times in 3.5% NaCl solution for Д16чТ (Д16Т) aluminium alloy and also 1.8–2.2 times and 2.2–2.6 times for В95пчТ1 (В95Т1) aluminium alloy, respectively. The conclusion was done that the fracture resistance of passive films due to local strain and hydrogen influences the corrosion-fatigue fracture resistance of Д16 and В95 aluminium alloys much more than the kinetics of the passive films formation.

Stashchuk M. H., Dmytrakh I. M., Dorosh M. I., and Leshchak R. L. The assessment of the metal electrode potential displacement under pure bending of beam specimen in the environment 85

РЕЗЮМЕ. Рассчитаны смещения электрического и электродного потенциалов для балоч-

ного образца, подданного чистому изгибу. Для такого напряженно-деформированного состояния экспериментально замерено значение этих величин. На этой основе построены эмпирические формулы для смещений электрических потенциалов и расчета соответствующих значений электродвижущей силы коррозионных процессов.

SUMMARY. The displacement of electric and electrode potentials of a beam specimen under pure bending were calculated. For such a stress-strain state these values were measured experimentally. On this basis the empirical dependences for the displacement of potentials and calculation of corresponding values of corrosion process driving force were built.

Student M., Dzioba Yu., Hvozdetzkyi V., Pokhmurska H., Wilage B., and Grund T.

High-temperature corrosion of electric arc sprayed coatings made of Fe–Cr–B–Al cored wires..... 93

РЕЗЮМЕ. Исследовано кинетику окисления электродуговых дисперсионно упрочненных покрытий системы Fe–Cr–B–Al с добавлением 6% Ni, 3% W, 1% Mo, 1% V из порошковых проволок при 700°C. Электродуговые покрытия толщиной 0,5 мм наносили на пластины из малоуглеродистой стали путем распыления порошковых проволок, разработанных в Физико-механическом институте, диаметром 1,8 мм при коэффициенте заполнения шихтой 20...27%. На жаростойкость испытывали при 700°C в течение 100 h. Изменение структуры покрытия в процессе длительных выдержек исследовали на металлографическом микроскопе EDX, EVO-4XVP, а также с помощью рентгеноструктурного анализа.

SUMMARY. Kinetics of high-temperature oxidation of Fe–Cr–B–Al coatings additionally alloyed with different elements, such as, Ni, W, Mo, V (6% Ni, 3% W, ~1% Mo, ~1% V) from cored wires at 700°C has been investigated. Coatings with a thickness of 0.5 mm were sprayed on plane low-carbon steel specimens developed in the Physico-Mechanical Institute by electric arc-spraying method using cored wires of diameter 1.8 mm, filling coefficient 20...27%, with 0.4 mm thick sheath made of low-carbon steel (0.08%). High-temperature corrosion was studied in the temperature range 600...800°C in open atmosphere with the exposure time up to 100 h by the change of the specimen mass vs. unit of their area. The changes of the coating microstructure during their high-temperature oxidation were studied using metallographic investigations, EDX., EVO-4XVP and X-ray analysis.

Lokoshchenko O. M., Illin O. A., Mamonov A. M., and Nazarov V. V. Analysis of creep and long-term strength of Ti–6Al–4V titanium alloy with preliminary introduced hydrogen..... 98

РЕЗЮМЕ. Наведено результати експериментально-теоретичного дослідження впливу концентрації заздалегідь упродовженого водню на повзучість і тривалу міцність титанового сплаву ВТ6 за напружень розтягу 47...217 МПа. Випробування сплаву при 600°C показало, що водень (до 0,3 mass.%) значно знижує швидкість усталеної повзучості, збільшує час руйнування і зменшує граничну деформацію, яка відповідає руйнуванню (в декілька разів). Результати інтерпретовано на основі вивчення зміни структурного стану сплаву. На підставі запропонованого варіанта кінетичної теорії повзучості одержано добру відповідність експериментальних і теоретичних значень основних характеристик повзучості і тривалої міцності.

SUMMARY. The experimental-theoretical results of the investigations of the influence of concentration of the preliminary introduced hydrogen on creep and creep rupture of titanium alloy at tensile stresses from 47 to 217 MPa are presented. Tests at a temperature of 600°C have demonstrated that the presence of hydrogen in the alloy (to 0.3 mass.%) leads to a significant change of basic mechanical characteristics. Stable creep rate decreases, rupture time increases and limiting strain decreases several times. The experimental results are interpreted using the analysis of evolution of the alloy structural state. The variant of creep kinetic theory is proposed, which gives a good correlation of experimental and theoretical basic characteristics of creep and long-term strength.

Goltsov V. O., Dodonova O. V., Rybalka S. B., and Volkov O. F. Hydrogen-induced diffusive phase transformations in hard magnetic alloys Nd₂Fe₁₄B and Sm₂Fe₁₇..... 105

РЕЗЮМЕ. Магнитотвердые сплавы Nd₂Fe₁₄B и Sm₂Fe₁₇ под воздействием водорода становятся термодинамически нестабильными и при повышенных температурах претерпевают индуцированные водородом прямые и обратные фазовые превращения. Изучена кинетика этих превращений и установлено, что они являются диффузионно-контролируемыми, развивающимися по механизму зарождения и роста.

SUMMARY. The hard magnetic alloys Nd₂Fe₁₄B and Sm₂Fe₁₇ under hydrogen effect lose their thermodynamic stability and at elevated temperatures undergo direct and reverse hydrogen-induced phase transformations. Kinetics of these transformations was studied and it was established that these transformations are of diffusion-controlled nucleation and growth type.

Chervinska N. R. Electrochemical characteristics of electric arc aluminium coatings on AZ31 magnesium alloy..... 112

РЕЗЮМЕ. Рассмотрены возможности повышения коррозионной стойкости магниевого сплава AZ31 с помощью нанесения электродугового покрытия AlSi5 и его последующим

оплавлением Nd:YAG-лазером квазинепрерывного действия. Изучены электрохимические характеристики поверхностных слоев в водной среде. Показано, что электродуговое покрытие AlSi5 значительно улучшает коррозионную стойкость магниевго сплава.

SUMMARY. The possibility to increase the corrosion resistance of the AZ31 magnesium alloy with the arc-sprayed AlSi5 coating and with its subsequent melting by Nd:YAG-laser of quasi-continuous action is consider. The electrochemical characteristics of surface layers in aqueous environment is studied. The electric arc sprayed AlSi5 coating is shown to increase substantially the corrosion resistance of the magnesium alloy.

SCIENCE FOR PRODUCTION

<i>Marukha V. I. and Serednytskyi Ya. A.</i> Peculiarities of injection strengthening with polyurethane materials of concrete structure and constructions with cracks	115
---	-----

РЕЗЮМЕ. Описано восстановление повреждённых бетонных матриц путём инъектирования текущих полиуретановых композиций. Показано, что заполнение трещин сопровождается проникновением инъекционных композиций в ослабленные зоны и пропитка поверхностных слоев бетона. Подтверждено химическое взаимодействие составляющих полиуретановых композиций с ОН-группами цементного камня и минеральных наполнителей бетона. Установлено, что образованные соединения “бетон–переходной слой–полиуретан” обеспечивают работоспособность бетонных конструкций и сооружений.

SUMMARY. Restoration of damaged concrete matrices by injecting liquid polyurethane compositions is described. It is shown that the filling up of cracks is accompanied by penetration of injection compositions in the weakened areas and by impregnation of the surface layers of concrete. Chemical interaction of polyurethane components with OH-group of cement stone and mineral fillers of concrete is proved. It is established that the formation of components “concrete-transition layer-polyurethane” provides serviceability of concrete structures and constructions.

SHORT REPORTS

<i>Mannapova O. V., Sokolov O. D., Olik A. P., and Tverdokhlib V. I.</i> The effect of coating deposition by electrophysical methods on wear-resistance of the piston ring ends	120
<i>Vekteris V. and Mokshin V.</i> Tribological researches of industrial oil with liquid crystals additives	123
<i>Musii R. S.</i> Formulation of boundary-value problems of thermomechanics of electric conducting bodies of canonial form.....	126

IN SCIENTIFIC CIRCLES

<i>Chervinska N. R.</i> Problems of corrosion and corrosion protection of materials “CORROSION – 2008”	128
--	-----

JUBILEES

Vasyl Pokhmurskii (to the 75 th birthday).....	131
--	-----